

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-038919

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

F01N 3/08

F01N 3/18

F01N 3/24

F01N 3/36

F02D 41/04

F02D 41/34

(21)Application number : 10-205186

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 21.07.1998

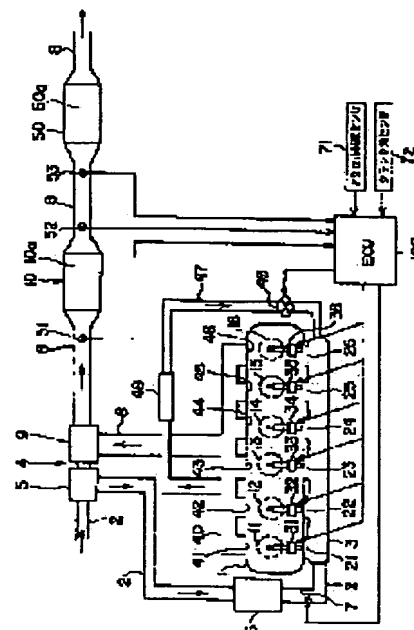
(72)Inventor : HAYASHI KOTARO

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To recover sulfate adsorption capability in a sulfate trap.

SOLUTION: The midway of the collecting exhaust pipe 8 of a diesel engine 1 is provided with an oxidation catalyst 10a-housing catalytic converter 10 and a sulfate adsorbing material (Ba/alumina) 50a-housing sulfate trap 50 in the downstream side. When the sulfate trap 50 adsorbs a given quantity of sulfate (for example, determined by estimating the operation time of the engine and the like), fuel is sub-injected at a cylinder from fuel injection valves 31-36. An exhaust gas having a rich air fuel ratio is supplied to the sulfate trap 50. This recovers the sulfate adsorption capability of the sulfate trap 50.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-38919

(P2000-38919A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
F 0 1 N	3/08	F 0 1 N	A 3 G 0 9 1
	3/18		B 3 G 3 0 1
	3/24		R
			E
	3/36	3/36	A
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平10-205186

(22)出願日 平成10年7月21日(1998.7.21)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 林 孝太郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

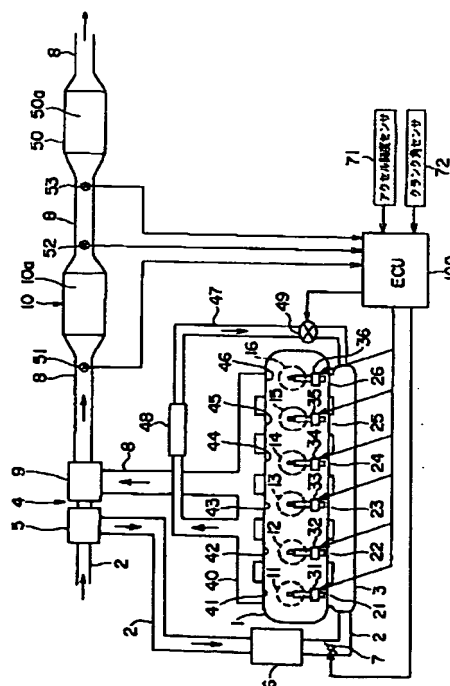
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 サルフェートトラップのサルフェート吸着能力の回復を図る。

【解決手段】 ディーゼルエンジン1の集合排気管8の途中に、酸化触媒10aを収容した触媒コンバータ10と、その下流側にサルフェート吸着材(Ba/アルミナ)50aを収容したサルフェートトラップ50を設ける。サルフェートトラップ50にサルフェートが所定量吸着された時に(例えば、エンジン1の運転時間を積算して判定するなど)、燃料噴射弁31~36から気筒内に燃料を副噴射し、リッチ空燃比の排気ガスをサルフェートトラップ50に供給することにより、サルフェートトラップ50のサルフェート吸着能力を回復する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に、酸化能を有する触媒と、この触媒の下流に配置されサルフェートを吸着するサルフェートトラップと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記サルフェートトラップにサルフェートが所定量吸着された時にサルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにするサルフェートトラップ再生手段を備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記サルフェートトラップは、塩基性の高い元素あるいはその化合物を主要構成とすることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記サルフェートトラップ再生手段は、内燃機関の吸気行程または膨張行程または排気行程で燃料を副噴射することにより排気ガスの空燃比をリッチにすることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、サルフェートの排出を低減せしめることができる内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ディーゼルエンジン等の内燃機関では、一般に、機関から排出される排気ガス中のPM (Particulate Matter)、炭化水素 (HC)、一酸化炭素 (CO)、NOx等を浄化するために、酸化触媒やNOx触媒等の触媒を排気通路内に配置することが多い。

【0003】 一方、ディーゼルエンジン等の内燃機関の排気ガス中には、燃料に含まれる硫黄分が燃焼したことにより生じた二酸化硫黄 (SO₂) が含まれており、この排気ガス中のSO₂は高温域において前記触媒により酸化されてSO₃を生成する。このSO₃は反応性が強いのでサルフェートとなり、さらに水分と反応して硫酸ミスト等のサルフェート粒子となり、環境汚染源となる虞れがある。

【0004】 そこで、特開昭53-38815号公報に開示されているように、酸化触媒の下流側にサルフェートトラップを配置し、酸化触媒で生成されたSO₃をサルフェートトラップで吸着除去する技術が開発されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前記公報によれば、前記サルフェートトラップにはサルフェート捕集材として、Al₂O₃、CaO、BaO、MgO等が使用されているが、これら捕集材のサルフェート吸着能には限界があり、所定量のサルフェートを吸着してしまうとそれ以上は吸着不能となる。前記公報では、このような場合、サルフェートトラップを新しいものと交換することで対処しているが、これは大変に面倒であり、交換すること

なくサルフェート吸着能力を回復する技術の開発が望まれている。

【0006】 本発明はこのような従来の技術の問題点を鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、サルフェートトラップに所定量のサルフェートが吸着された時に排気ガスを還元雰囲気にして、サルフェートトラップに吸着されているサルフェートを還元しSO₂として脱離することにより、サルフェート吸着能力の回復を図ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。本発明は、内燃機関の排気通路に、酸化能を有する触媒と、この触媒の下流に配置されサルフェートを吸着するサルフェートトラップと、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記サルフェートトラップにサルフェートが所定量吸着された時にサルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにするサルフェートトラップ再生手段を備えたことを特徴とする。

【0008】 排気ガス中のSO₂は、高温域において、サルフェートトラップの上流側に配置された触媒により酸化されてSO₃となる。このSO₃は、サルフェートトラップに硫酸塩の形で吸着される。サルフェートトラップに所定量のサルフェートが吸着された時に、サルフェートトラップ再生手段によってサルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにすると、サルフェートトラップに吸着されていた硫酸塩が分解され還元されて、SO₂の形でサルフェートトラップから放出される。これにより、サルフェートトラップのサルフェート吸着能力が回復し、上流側の触媒において生成されるSO₃を再び吸着することができるようになる。

【0009】 本発明における内燃機関としては、ディーゼルエンジンやガソリンエンジン等を例示することができる。

【0010】 酸化能を有する触媒としては、酸化触媒やNOx触媒を例示することができ、NOx触媒としては、選択還元型NOx触媒や吸蔵還元型NOx触媒を例示することができる。選択還元型NOx触媒には、ゼオライトにCu等の遷移金属をイオン交換して担持した触媒、ゼオライトまたはアルミナに貴金属を担持した触媒、等が含まれる。吸蔵還元型NOx触媒とは、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されて構成された触媒であり、この吸蔵還元型NOx触媒は、流入排気ガスの空燃比がリーンのときはNOxを吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出する。

【0011】サルフェートトラップは、塩基性の高い元素（例えば、Baなどのアルカリ土類金属やアルカリ金属）、あるいはその化合物からなるサルフェート吸着材を主要構成とすることができる。

【0012】サルフェートトラップ再生手段は、サルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにすることができれば、その構成は特に限定されるものではなく、例えば、内燃機関の気筒内に圧縮上死点近傍で燃料を主噴射する燃料噴射手段を用いて、内燃機関の吸気行程または膨張行程または排気行程で気筒内に燃料を噴射する、いわゆる副噴射によって排気ガスの空燃比をリッチにしてもよいし、あるいは、サルフェートトラップの上流の排気通路内にHC等の還元剤を添加することにより、サルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにしてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の一実施の形態を図1及び図2の図面に基いて説明する。尚、以下に記載する実施の形態は、本発明に係る排気浄化装置を内燃機関としての車両用ディーゼルエンジンに適用した態様である。

【0014】図1は内燃機関の排気浄化装置の一実施の形態における全体構成を示す図である。エンジン1は6気筒ディーゼルエンジンであり、1番気筒（#1）から6番気筒（#6）の各気筒11、12、13、14、15、16の燃焼室には吸気管2、吸気マニホールド3、及び吸気マニホールド3から分岐された吸気枝管21、22、23、24、25、26を介して新気が導入される。吸気管2の途中には、ターボチャージャ4のコンプレッサ5と、インタークーラ6と、吸気絞り弁7が設けられている。吸気絞り弁7は、エンジン1の運転状態に応じてエンジンコントロール用電子制御ユニット（ECU）100によって制御される。

【0015】また、エンジン1には、各気筒11～16に燃料を噴射する燃料噴射弁31、32、33、34、35、36が設けられている。燃料噴射弁31～36は、圧縮上死点近傍において対応する気筒に燃料を主噴射し、所定の気筒の吸気行程あるいは膨張行程あるいは圧縮行程において対応する気筒の前記燃料噴射弁から燃料を副噴射するように、ECU100によって制御されている。副噴射された燃料のHC成分は後述するサルフェートトラップ50に供給される。

【0016】主噴射あるいは副噴射における燃料噴射弁31～36の開弁時期及び開弁時間は、エンジン1の運転状態に応じてECU100により制御され、1番気筒11から6番気筒16のうちのいずれの気筒に対して副噴射を実行するかはエンジン1の運転状態に応じてECU100が決定する。

【0017】各気筒11～16の燃焼室で生じた排気ガスは、各気筒11～16に対応して設けられた排気枝管

41、42、43、44、45、46を介して排気マニホールド40に排出される。

【0018】排気マニホールド40に流入した排気ガスは、集合排気管（排気通路）8を介して大気に排出される。集合排気管8の途中には、ターボチャージャ4のタービン9と、触媒コンバータ10と、サルフェートトラップ50が設けられている。排気ガスはタービン9を駆動し、タービン9に連結されたコンプレッサ5を駆動して、吸気を過給する。

【0019】触媒コンバータ10には白金系の酸化触媒10aが収容されている。サルフェートトラップ50にはサルフェート吸着材50aが収容されている。サルフェート吸着材50aは、Baなどのアルカリ土類金属やアルカリ金属のような塩基性の高い元素、あるいはその化合物からなり、これらサルフェート吸着材50aが例えばアルミナの担体にコーティングされてあるいはアルミナとの混合状態にされて収容されている。

【0020】集合排気管8において触媒コンバータ10の入口近傍と出口近傍には、触媒コンバータ10に流入する排気ガスの温度あるいは触媒コンバータ10から流出する排気ガスの温度に対応した出力信号をECU100に出力する入ガス温センサ51と出ガス温センサ52が取り付けられている。これら入ガス温センサ51と出ガス温センサ52の出力信号に基づいて、ECU100は触媒コンバータ10の触媒床温度を演算する。また、集合排気管8においてサルフェートトラップ50の入口近傍には、サルフェートトラップ50に流入する排気ガスの温度に対応した出力信号をECU100に出力する入ガス温センサ53が取り付けられている。この入ガス温センサ53で検出される排気ガス温度は、サルフェートトラップ50のトラップ床温度にほぼ等しく、トラップ床温度の代用とする。

【0021】排気マニホールド40に流入した排気ガスの一部は、排気還流管47を介して吸気マニホールド3に再循環可能になっている。排気還流管47の途中には、EGRクーラ48とEGR弁49が設けられている。EGR弁49は、エンジン1の運転状態に応じてECU100によって開度制御され、排気還流量を制御する。

【0022】ECU100はデジタルコンピュータからなり、双方向バスによって相互に接続されたROM（リードオンリメモリ）、RAM（ランダムアクセスメモリ）、CPU（セントラルプロセッサユニット）、入力ポート、出力ポートを具備し、エンジン1の燃料噴射量制御等の基本制御を行うほか、この実施の形態では、サルフェートトラップ50の再生制御を行っている。

【0023】これら制御のために、ECU100の入力ポートには、アクセル開度センサ71からの入力信号と、クランク角センサ72からの入力信号が入力される。アクセル開度センサ71はアクセル開度に比例した

出力電圧をECU100に出力し、ECU100はアクセル開度センサ71の出力信号に基づいてエンジン負荷を演算する。クランク角センサ72はクランクシャフトが一定角度回転する毎に出力パルスをECU100に出力し、ECU100はこの出力パルスに基づいてエンジン回転数を演算する。これらエンジン負荷とエンジン回転数によってエンジン運転状態が判別される。

【0024】次に、この排気浄化装置の作用を説明する。エンジン1から排出される排気ガス中のHC、COは、触媒コンバータ10を通過する際に酸化触媒10aによって酸化されて浄化される。

【0025】一方、排気ガス中のSO₂は次のようにして排出される。図2は、エンジン1のトルク及びエンジン回転数と、触媒コンバータ10の触媒床温度及びサルフェートトラップ50のトラップ床温度との関係の一例を示す図である。図2において低トルク域Aでは、触媒コンバータ10の触媒床温度が低温域（この例では350°C以下）にあり、この温度域では排気ガス中のSO₂は酸化触媒10aにおいても酸化されることはなく、したがって、SO₂のまま触媒コンバータ10を通過し、サルフェートトラップ50に流入する。SO₂は、サルフェートトラップ50のサルフェート吸着材50aにも吸着されることがなく、SO₂のままサルフェートトラップ50を通過し、大気に排出される。

【0026】図2において高トルク低回転及び中トルク高回転域Bでは、触媒コンバータ10の触媒床温度がSO₂を酸化し易い温度となる領域であり、排気ガス中のSO₂の多くは触媒コンバータ10を通過する際に酸化触媒10aにおいて酸化されてSO₃となり、サルフェートトラップ50に流入する。サルフェートトラップ50のサルフェート吸着材50aは、排気ガス中のSO₃を硫酸塩（例えば、硫酸バリウム）の形で吸着するので、排気ガス中からSO₃が除去される。したがって、サルフェートトラップ50を備えたこの排気浄化装置によれば、サルフェートによる大気汚染を防止することができる。尚、酸化触媒10aによって酸化されなかったSO₂は、SO₂のままサルフェートトラップ50を通過し、大気に排出される。

【0027】ところで、サルフェート吸着材50aのSO₃吸着能力には限界があり、所定量のSO₃を吸着すると飽和し、それ以上吸着することができなくなりSO₃をそのまま通過させてしまう。これでは、大気をサルフェートで汚染してしまうので、この排気浄化装置では、サルフェートトラップ50のサルフェート吸着能力が飽和する前に、所定のタイミングでサルフェートトラップ50の再生処理を行い、SO₃吸着能力を回復させている。

【0028】サルフェート吸着材50aに吸着されている硫酸塩を分解しSO₂の形で放出するには、所定温度（以下、再生可能温度という）以上の高温条件下で、サ

ルフートトラップ50に流入する排気ガスの空燃比をリッチにする必要がある。以下、サルフェートトラップ50の再生処理について説明する。尚、この実施の形態では、燃料噴射弁31～36とECU100によりサルフェートトラップ再生手段が構成される。

【0029】サルフェートトラップ50の再生処理を行う時期については、ECU100が判定する。その判定方法を例示すれば、ECU100によりエンジン1の運転時間を積算し、その積算時間が所定時間に達した時にサルフェートトラップ50の再生処理を行うようにすることができる。あるいは、排気ガス中のSO₂量はエンジン1の運転状態によって決まるので、予め実験によりエンジン1の運転状態とSO₂排出量の関係を求め、これをマップにしてECU100に記憶させておき、ECU100がエンジン1の運転状態に応じてSO₂量を演算し、これと排気ガス流量からSO₂排出量を積算し、その積算排出量が所定量に達した時にサルフェートトラップ50の再生処理を行うようにすることができる。

【0030】サルフェートトラップ50の再生時期であると判定されると、ECU100は、入ガス温センサ53の出力信号に基づいて、サルフェートトラップ50のトラップ床温度が再生可能温度（例えば550°C）以上か否かを判定する。トラップ床温度が再生可能温度以上となるのは、エンジン運転状態では図2において高トルク高回転域Cに対応し、このC領域では、排気ガス中のSO₂が酸化触媒10aにおいてSO₃に変化する量が、前記B領域よりも大幅に減少する。尚、再生可能温度は、サルフェートトラップ50に収容されるサルフェート吸着材50aの種類によって異なるものであり、例示した550°Cに限定されるものではない。

【0031】ECU100は、サルフェートトラップ50の再生時期であると判定し、且つ、トラップ床温度が再生可能温度以上であると判定したとき、所定の気筒

（11～16）の膨張行程あるいは排気行程において、対応する燃料噴射弁（31～36）を開弁させて、燃料の副噴射を実行し、排気ガスの空燃比をリッチにする。燃料の副噴射量は、サルフェートトラップ50のサルフェート吸着材50aに吸着されているSO₃をほぼ全量放出させるために必要な量とし、予め設定しておく。

【0032】副噴射された燃料のHC成分の一部は爆発行程時の熱により軽質なHCに改質され、爆発行程時の熱では改質されなかった残りのHC成分は、触媒コンバータ10を通過する際に酸化触媒10aで軽質なHCに改質されて、サルフェートトラップ50に供給される。

【0033】このように軽質なHCを含むリッチ空燃比の排気ガスをサルフェートトラップ50に供給すると、サルフェート吸着材50aに吸着されている硫酸塩は分解し還元されて、SO₂の形でサルフェート吸着材50aから放出され、大気に排出されることとなる。これにより、サルフェート吸着材50aのサルフェート吸着能

力が回復する。尚、サルフェート吸着材 50a に吸着されている硫酸塩は、再生処理により分解されても SO_3 の形で放出されることはない。

【0034】サルフェート吸着材 50a には酸化力がないので、再生時あるいは非再生時に高温の排気ガスが流入しても、サルフェート吸着材 50a において SO_2 が酸化して SO_3 が生成されることはない。

【0035】この排気浄化装置では、触媒コンバータ 10 の触媒床温度が所定温度範囲にあるときには、 NO_x をも浄化することができる。 NO_x は排気ガス中では NO の形で存在し、触媒床温度が前記所定温度範囲（例えば、 $200 \sim 450^\circ\text{C}$ ）にあると、排気ガス中の NO は酸化触媒 10a で酸化されて NO_2 となり、サルフェートトラップ 50 に流入する。この NO_2 はサルフェートトラップ 50 のサルフェート吸着材 50a に硝酸塩（例えば、硝酸バリウム）の形で吸着される。したがって、触媒床温度が前記所定温度範囲にあるときには NO_x も浄化することができるのである。尚、サルフェート吸着材 50a に吸着された硝酸塩は、サルフェートトラップ 50 の再生時に分解され還元されて、 N_2 としてサルフェート吸着材 50a から放出される。

【0036】また、この排気浄化装置では、排気臭を低減することができる。排気ガスの臭い成分の主なるものは各種炭化水素の部分酸化物であり、この部分酸化物は酸性であるため、アルカリ系のサルフェート吸着材 50a で反応して吸着されるからである。

【0037】上述した実施の形態では、気筒内に燃料を副噴射することにより排気ガスの空燃比をリッチにしているが、サルフェートトラップ 50 の上流の集合排気管 8 に HC （燃料）を噴射して流入排気ガスの空燃比をリッチにしてもよい。

【0038】上述した実施の形態では、触媒コンバータ 10 に酸化触媒 10a を收容しているが、酸化触媒 10a に代えて選択還元型 NO_x 触媒を用いることも可能である。選択還元型 NO_x 触媒 10a は、酸素過剰の雰囲気中で HC の存在下で NO_x を還元または分解する触媒であり、選択還元型 NO_x 触媒には、ゼオライトに Cu 等の遷移金属をイオン交換して担持した触媒、ゼオライトまたはアルミナに貴金属を担持した触媒、等が含まれる。

【0039】選択還元型 NO_x 触媒は、 HC 存在下で NO_x を還元、分解する触媒であるため、通常運転時にも

NO_x を浄化するために排気ガス中に HC を供給する必要がある、通常、この操作を燃料の副噴射で行っている。したがって、触媒コンバータ 10 の酸化触媒 10a に代えて選択還元型 NO_x 触媒を用いた場合には、通常運転時には、触媒コンバータ 10 の選択還元型 NO_x 触媒で NO_x を浄化するのに必要な量の燃料を副噴射し、サルフェートトラップ 50 の再生時には、通常運転時の副噴射量に、サルフェートトラップ 50 の再生に必要な副噴射量を加えて副噴射する必要がある。

【0040】

【発明の効果】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、内燃機関の排気通路に、酸化能を有する触媒と、この触媒の下流に配置されサルフェートを吸着するサルフェートトラップと、を備え、さらに、前記サルフェートトラップにサルフェートが所定量吸着された時にサルフェートトラップに流入する排気ガスの空燃比をリッチにするサルフェートトラップ再生手段を備えたことにより、サルフェートトラップの上流の触媒によって生成された SO_3 をサルフェートトラップで吸着し、サルフェートによる大気汚染を防止することができ、また、サルフェートトラップの再生処理により、吸着されたサルフェートを SO_2 の形で還元放出しサルフェートトラップのサルフェート吸着能力を適宜のタイミングで回復することができるので、長期に亘ってサルフェート汚染の防止を図ることができるという優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

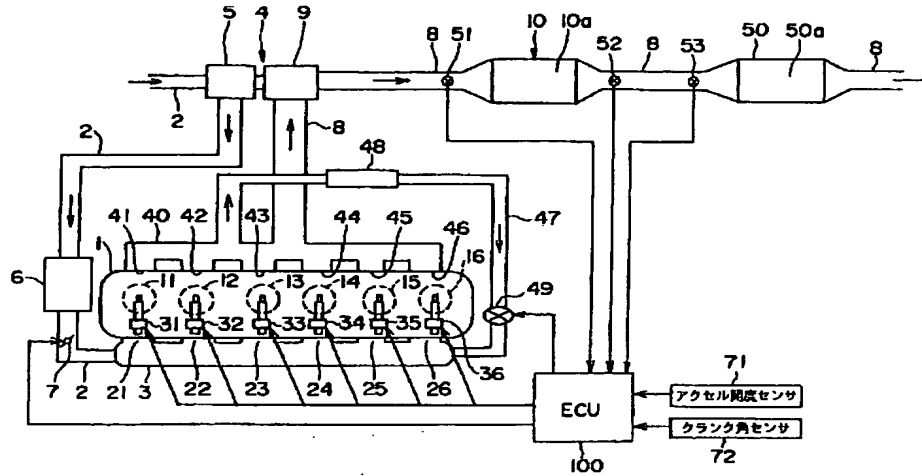
【図 1】 本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の一実施の形態における概略構成を示すシステム図である。

【図 2】 内燃機関のトルク及び回転数と、触媒床温度及びトラップ床温度との関係の一例を示す図である。

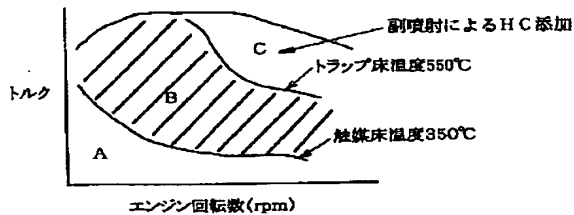
【符号の説明】

- 1 ディーゼルエンジン（内燃機関）
- 8 集合排気管（排気通路）
- 10 触媒コンバータ
- 10a 酸化触媒
- 11～16 気筒
- 31～36 燃料噴射弁（サルフェートトラップ再生手段）
- 50 サルフェートトラップ
- 50a サルフェート吸着材
- 100 ECU（サルフェートトラップ再生手段）

【図 1】



【図 2】



【手続補正書】

【提出日】平成10年10月26日（1998. 10. 26）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また、エンジン1には、各気筒11～16

に燃料を噴射する燃料噴射弁31、32、33、34、35、36が設けられている。燃料噴射弁31～36は、圧縮上死点近傍において対応する気筒に燃料を主噴射し、所定の気筒の吸気行程あるいは膨張行程あるいは排気行程において対応する気筒の前記燃料噴射弁から燃料を副噴射するように、ECU100によって制御されている。副噴射された燃料のHC成分は後述するサルフエートトラップ50に供給される。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 41/04
41/34

識別記号

3 0 5

F I

F 0 2 D 41/04
41/34

テマコード（参考）

3 0 5 A
H

F ターム(参考) 3G091 AA02 AA10 AA12 AA17 AA18
AA24 AB02 AB05 AB06 AB08
BA14 BA15 BA19 BA20 BA33
CA13 CA18 CB02 CB03 CB07
DA02 DB06 DB10 DB13 EA01
EA07 EA17 EA30 EA31 FA01
FA04 FA08 FA09 FA14 FB02
FB10 FB12 FC02 GB01W
GB01X GB01Y GB02W GB02Y
GB03W GB03Y GB04W GB05W
GB06W GB09W GB10X GB10Y
HA19 HA36 HA37 HA42 HB05
HB06
3G301 HA01 HA02 HA04 HA06 HA11
HA13 HA15 HA26 JA15 JA21
JA25 JB09 LA03 LB04 LB11
MA01 MA26 NE01 NE13 PD11A
PE01A PE03A PF03A

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.